FA80M系列涡街流量计

北京雷萨德仪器仪表有限公司

Beijing ROSEATE Instrument Co.,Ltd

概述

涡街流量计是一种具有广泛用途的流量仪表。它可用于绝大多数气体、液体和蒸汽的流量计量、测量、控制。

涡街流量计具有非常独特的介质通用性，其仪表系数对不同介质是通用的。

涡街流量计结构简单，无运动部件，具有很高的稳定性和可靠性。

涡街流量计组成的流量测量系统简单，便于维护，具有较好的经济性。

FA80M/FA80T 系列涡街流量计是 2000 年推出的新一代涡街流量计。该系列涡街流量计严格遵循可靠性原理进行设计，采用结构简化的优化设计方案 ,全系列产品零部件实现高度通用性和互换性 ;电路组件选用具有高可靠性指标的新型元器件，表面贴装工艺，摒弃了电位器、接插件等低可靠性元件，整机可靠性指标显著提高。

工作原理

涡街流量计是根据“ 卡门涡街” 原理制成的一种流体振荡型流量仪表。在流动的流体中插入一个断面为非流线型的柱体时，在柱体后部两侧会产生两列交错排列的旋涡(图一)。

图一　　交错排列的旋涡

旋涡分离的频率 f 与柱侧流速 v 成正比，与柱体宽度 d 成反比：

$$f=St\times v/d \qquad \text{公式 (1)}$$

$$v=fd/St \qquad \text{公式 (2)}$$

式中：St—斯特劳哈尔数，是与柱断面几何形状有关的无量纲常数，数值由试验确定。

由于 d 和 St 是常数，而流速 v 与管内平均流速 v_0 有固定关系($v_0=v/(1-1.25d/D)$)，测得旋涡分离频率 f 就测得管内平均流速 v_0，从而测得体积流量。一段时间内分离旋涡的个数 N 与流过流体的体积 V 之比(单位体积对应的旋涡数) 称为仪表系数 K：

$$K=N/V \qquad \text{公式 (3)}$$

FA80M/FA80T 系列涡街流量计采用装设于柱体后面的压电探头检测旋涡分离频率。FA80M 流量传感器输出与流量成比例的电压脉冲频率信号，FA80T 流量变送器输出的是变换成与流量成比例的 4-20mA 标准电流信号。

流量计选型

涡街流量计的选型正确与否，将直接影响到仪表能否正常运行，因此设计单位和用户应首先做好以下准备工作，以保证选型合理、正确：

1. 确认仪表用途，一般分为流量控制、一般计量或用于贸易结算；
2. 确定在管道上的具体安装位置，找出可能影响仪表正常工作的环境因素；
3. 认真核对测量流体的工艺参数如：压力、温度、粘度、流量 范围等。

涡街流量计有两种不同的系统构成：采用涡街流量传感器的流量测量系统和

采用涡街流量变送器的流量测量系统

(1)涡街流量传感器和流量显示仪组成流量测量系统

传感器输出频率与流量成比例的电压脉冲信号(0-10Vpp)

流量显示仪接收频率信号，显示流量度对流量传感器供电

口径范围：DN10-DN600

连接方式：法兰卡装，法兰连接

结构类型：一体型，分体型

防爆形式：非防爆型，本安型，隔爆型

供电电源：DC12V，DC24V 由显示仪提供

流量显示：流量显示仪显示瞬时流量和累积流量

现场显示：无

选型建议：

（1）用于总量计量特别是贸易结算场合，推荐采用脉冲信号输出的 FA80M 流量传感器而不采用 FA80T 流量变送器。理由是：

流量传感器输出的脉冲信号直接与旋涡分离频率相对应，具有最高的累计精度。脉冲信号传输效果较好，同时价格比流量变送器低廉。流量变送器是模拟信号输出，满量程精度，累计精度差，不适于总量计量用途。

（2）一般情况下，推荐采用法兰卡装式流量计。它比法兰连接流量计结构更紧凑，价格也较低。

（2）涡街流量变送器与计算机或控制系统组成流量测量系统

FA80T 流量变送器输出与流量成比例的 4-20mA 标准电流信号送到测量控制系统或计算机，组成流量测量控制系统

口径范围：DN50-DN600

连接方式：法兰卡装，法兰连接

结构类型：一体型，分体型

防爆形式：非防爆型，本安型，隔爆型

供电电源：DC24V 由系统提供

流量显示：1)在计算机或系统上显示

2)也可采用接受 4-20mA 信号的流量显示仪显示瞬时流量和累积流量。

现场显示：可选。

选型建议：

(1) 用于流量计量特别是用总量结算的场合，应采用 FA80M 涡街流量传感器。

(2) 在爆炸危险现场，应采用防爆型流量计。由于隔爆型仪表不准用于 0 类危险场所，同时隔爆型仪表不允许在现场带电打开外壳进行电路调整，所以，强烈建议用户尽量采用本安型防爆涡街流量计。只有在特殊的不得已情况下才考虑选用隔爆型流量计。

选型提示：

1) 一般情况下，推荐采用法兰卡装式流量计。它比法兰连接式流量计结构更紧凑，价格更低。

2) 要慎重选用 DIN/ANSI 标准的流量计。DIN/ANSI 仪表的实际口径与 GB 国标管道内径不一致，当被测管道是 GB 国标管道时，如果采用按 DIN/ANSI 标准制造的流量计，将会遇到安装和使用上的问题。只有已经确认现场管道是 DIN/ANSI 管道的情况下，才选用 DIN/ANSI 标准的流量计。

确定变送器型号

FA80M 涡街流量传感器选型表

传感器型号 FA80M														
仪表结构														
一体型	E													
分体型	R													
功能类型														
电压脉冲		A												
电流脉冲		B												
特殊型		3												
连接方式														
卡装式			0											
国标法兰连接			1											
DIN 法兰连接			2											
ANSI 法兰连接			3											
测量介质														
液体				1										
气体				2										
饱和蒸汽，过热蒸汽<300℃				3										
过热蒸汽 ≥300℃				9										
结构材质														
1Cr18Ni9Ti					A									
其它					B									
公称口径														
DN10						010								
DN15						015								
DN20						020								
DN25						025								
DN32						032								
DN40						040								
DN50						050								
DN65						065								
DN80						080								
DN100						100								
DN125						125								
DN150						150								
DN200						200								
DN250						250								
DN300						300								
DN350						350								
DN400						400								
DN450						450								
DN500						500								
DN600						600								
特殊口径						X								
公称压力														
PN16							A							
PN20							B							
PN25							C							
PN40							D							
其它							E							
探头类型														
标准型								1						
特殊型								9						
探头密封														
石墨垫片									1					
其它									9					
防爆设计														
非防爆型										A				
本安防爆型										B				
隔爆型										G				
标定方式														
标准型(常规出厂标定)											1			
特殊标定											9			
供电电源														
DC12V														A
DC24V														B

选型表说明

仪表结构：

E 一体型 — 传感器电路部件与传感器本体结合成一个整体。

适用于绝大多数应用场合。结构简单合理，价格较低，为一般用户首先。

R 分体型 — 电路部件与表体分离。电路部件可离开管道，单独安装。

适用以下场合：1)管内介质温度高

2)环境温度/湿度高

3)带显示表头时为方便读数，安装在便于观察的位置。

3 特殊型 — 采用 ABB 进口电路部件的流量传感器。

功能类型

A 电压脉冲 — 与常规显示仪配套

B 电流脉冲 — 与进口显示仪配套

3 特殊型

连接方式

0 卡装式 — 传感器用法兰和螺栓卡装在管道上。出厂时带卡装法兰、密封垫和螺栓。

价格较低，推荐首选。可定制符合 DIN 和 ABSI 标准的卡装传感器。

1 国标法兰连接 — 表体有国标法兰，与用户管道上的国标法兰连接。

2 DIN 法兰连接 — 表体上为 DIN 标准法兰。(加价)

3 ANSI 法兰连接 — 表体上为 ANSI 标准法兰。(加价)

选型提示：

1) 一般情况下，推荐采用法兰卡装式流量计。它比法兰连接式流量计结构更紧凑，价格更低。

2) 要慎重选用 DIN/ANSI 标准的流量计。DIN/ANSI 仪表的实际口径与 GB 国标管道内径不一致，当被测管道是 GB 国标管道时，如果采用按 DIN/ANSI 标准制造的流量计，将会遇到安装和使用上的问题。只有已经确认现场管道是 DIN/ANSI 管道的情况下，才选用 DIN/ANSI 标准的流量计。

测量介质

1 液体 — 冷水、热水、各种油品、液化石油气、各种化工液体(高粘度的油类需加热，使粘度降低)。

2 气体 — 压缩空气、氧气、天然气、石油气以及各种化工气体。

3 饱和蒸汽和温度低于 300℃的过热蒸汽(允许短时超过 300℃)。

4 温度长时间高于 300℃的过热蒸汽。

结构材质

A 1Cr18Ni9Ti — 适用于绝大多数介质。为标准供货，价格低，供货期短。

B 其它 — 根据介质特殊要求确定。通常可选：

碳钢(Q235B)：用于含水氯气

316：用于腐蚀性较强的介质

316L：用于食品工业

哈氏 C 合金：用于高腐蚀性介质

选型提示：

标准材质 1Cr18Ni9Ti 可应用于绝大多数常规介质，包括一些腐蚀性介质和饱和蒸汽、过热蒸汽。非特殊高腐蚀介质不必采用特殊材料，因后者价格昂贵，加工期也长。

公称口径

每一个数字对应一个公称口径。仪表的实际内径与公称口径相同。

X 表示特殊口径，具体管道内径的数值加注在流量计型号后面。

公称压力

C — PN25 是 DN150 以下标准供货流量计的公称压力。

A — PN16，B — PN20 是 DN200 以上标准供货流量计的公称压力。

D — PN40 协议供货，供货期 4 周。

E — 其它特殊供货，PN≤ 100MPa，供货期 8 周。

选型提示：

根据使用介质的实际最高工作压力选定仪表压力等级即可，不必刻意选用高压力等级的仪表。

探头类型：

1 — 标准供货，材质 1Cr18Ni9Ti。

9 — 协议供货，材质根据介质特殊要求确定，可选 316、316L、哈氏 C 合金。

选型提示：

标准材质 1Cr18Ni9Ti 探头可应用于绝大多数常规介质，包括一些腐蚀性介质和饱和蒸汽、过热蒸汽。非特殊高腐蚀介质不必采用特殊材料，因后者价格较高，加工期也长。

探头密封：

1 — 加强型石墨垫，标准供货，适用于绝大多数介质。

9 — 其它材质根据介质特殊要求确定，如 PTFE 用于食品工业。

防爆设计：

A — 非防爆型

B — 本安防爆型，防爆标志：ExibIICT1-T4

G — 隔爆型，防爆标志：ExdIICT1-4

选型提示：

在爆炸危险现场，应采用防爆型流量计。由于隔爆型仪表不准用于 0 类危险场所，同时隔爆型仪表不允许在现场带电打开外壳进行电路调整，所以，用户尽量采用本安防爆涡街流量计。只有在特殊的不行已情况下才考虑选用隔爆型流量计。

标定方式：

1 — 标准出厂标定，用本公司经国家技术监督局认证的气体标准装置标定。

2 — 特殊标定，根据用户特殊要求标定(需收附加标定费)。

[13] 供电电源：

A — DC12V　　B — DC24V

选型提示：**当用户自备显示仪时，应根据显示仪输出电压确定。**

确定变送器型号

FA80T 涡街流量变送器选型表

订货型号	FA80T												
仪表结构													
一体型	E												
分体型	R												
功能类型													
普通型		A											
现场显示，系统供电		D											
现场显示，电池供电		B											
组装表头		3											
连接方式													
卡装式			0										
国标法兰连接			1										
DIN 法兰连接			2										
ANSI 法兰连接			3										
测量介质													
液体				1									
气体				2									
饱和蒸汽，过热蒸汽＜300℃				3									
过热蒸汽　≥300℃				9									
结构材质													
1Cr18Ni9Ti					A								
其它					B								
公称口径													
DN10						010							
DN15						015							
DN20						020							
DN25						025							
DN32						032							
DN40						040							
DN50						050							
DN65						065							
DN80						080							
DN100						100							
DN125						125							
DN150						150							
DN200						200							
DN250						250							
DN300						300							
DN350						350							
DN400						400							
DN450						450							
DN500						500							
DN600						600							
特殊口径						X							
公称压力													
PN16							A						
PN20							B						
PN25							C						
PN40							D						
其它							E						
探头类型													
标准型								1					
特殊型								9					
探头密封													
石墨垫片									1				
其它									9				
防爆设计													
非防爆型										A			
本安防爆型										B			
隔爆型										G			
标定方式													
标准型(常规出厂标定)											1		
特殊标定											9		
HART 协议													
无												A	
有												H	

选型表说明

[1] 变送器型号：FA80T 表示仪表为涡街流量变送器(FA80M 表示仪表为涡街流量传感器)

[2] 仪表结构：

E 一体型 — 变送器电路部件与变送器本体结合成一个整体。适用于绝大多数应用场合。构简单合理，价格较低。为一般用户首选。

R 分体型 — 电路部件与表体分离。电路部件可离开管道，单独安装。适用以下场合：

1) 管内介质温度高
2) 环境温度/湿度高
3) 带显示表头时为方便读数，卡装在管道上，电路与表体分体距离为 10 米。

[3] 功能类型：

A 普通型 — 标准 4-20mA 电流信号输出，无当地显示

D 当地显示，系统供电 — 表头液晶显示瞬时流量和累计流量

B 当地显示，电池供电 — 表头液晶显示瞬时流量和累计流量

3 电路组装表头 — 电路部件采用 ABB 进口部件(价格高)

[4] —[12] 与 FA80M 选型说明相同

[13] 供电电源：涡街流量变送器仅可选用 DC18V—DC26V，本安时 DC20V—DC26V。

[14] HART 协议：H — 有 HART 协议功能

主要技术指标

1 公称口径(mm)

满管式：DN10、15、20、25、32、40、50、65、80、100、125
150、200、250、300、350、400、450、500、600

2 连接方式

法兰卡装型

国标 GB	用于国标管道
DIN 标准	用于欧洲进口设备配套管道或 DIN 标准管道
ANSI 标准	用于美国进口设备配套管道或 ANSI 标准管道

3 公称压力(MPa)

液体用	2.0 2.5 4.0 (5.0) (10.0)
气体及蒸汽用	2.0 2.5 4.0 (5.0)

4 介质温度(℃)

-40~80℃	用于液体和气体
-40~150℃	用于液体和气体
-40~300℃	用于液体、气体、饱和蒸汽和过热蒸汽
-40~350℃	用于过热蒸汽

5 准确度(±%)

流量传感器 — 脉冲输出： 0.5 1.0

流量变送器 — 标准电流输出： 1.0

6 本体，旋涡发生体，测头体材料

1Cr18Ni9Ti　　用于常规低腐蚀介质　(标准供货)

316　　用于常规腐蚀介质

316L　　用于食品等介质

哈氏合金　　用于高腐蚀性介质

7 适用介质

气体：空气、氧气、氮气、天然气、液化气、氨气、等各种气体

液体：水、轻油、液化石油、酸液、碱液、等各种化工液体

蒸汽：饱和蒸汽和过热蒸汽

8 流速范围(m/s)

液体　0.3~7

气体　3~60

蒸汽　3~70

9 输出信号

FA80ME　电压脉冲频率信号：高电平≥ 5V 低电平<1V，方波，脉冲占空比 1:1，射随器输出(可选集电极开路输出)

FA80TE　标准电流信号：与流量成比例的 4-20mA 标准电流信号。

FA80TX　当地显示瞬时流量、累计流量，同时输出流量成比例的 4-20mA 标准电流信号和脉冲频率信号。

10 供电电源

FA80ME 流量传感器　　电压脉冲型 DC12V　DC24V

FA80TE 流量变送器　　标准电流型 DC24V

FA80TX 流量变送器　　标准电流输出带当地显示 DC24V

11 防爆标志

本安型　ExiaIICT-4

隔爆型　ExdIICT1-T4

12 防护等级

IP65　用于室内外安装

IP68　适用于水浸场合安装

13 环境条件

环境温度 –40~+55℃

相对湿度 5~90(%)

大气压力 86~106 (kPa)

流量计口径的确定

1 测量气体流量的流量计口径确定

测量常温常压空气时，仪表适用的流量范围见表(一)

当测量非常温常压空气和其它气体时，仪表适用的流量范围应具体计算。见后面说明。

表(一)　涡街流量计空气流量范围

口 径 mm	标准测量范围 m^3/h	可选测量范围 m^3/h	输出频率范围 Hz
10			
15	5-30	5-50	460-3700
20	6-50	6-60	220-3400
25	8-60	8-120	180-2700
32	14-100	14-150	130-1400
40	18-180	18-310	90-1550
50	30-300	30-480	80-1280
65	50-500	50-800	60-900
80	70-700	70-1230	40-700
100	100-1000	100-1920	30-570
125	150-1500	140-3000	23-490
150	200-2000	200-4000	18-360
200	400-4000	320-8000	13-325
250	600-6000	550-11000	11-220
300	1000-10000	800-18000	9-210
350	1500-15000	1100-24000	8-175
400	1800-18000	1500-30800	7-143
450	2100-21000	2000-35000	6-90
500	2500-25000	2000-48000	5-120
600	3200-32000	2500-70000	3.5-98

上表是指空气在常温常压状态下，即参比条件下(t_0=20℃,P_0=0.1MPa,ρ_0=1.205kg/m^3,v=15×$10^{-6}$$m^2$/s)的流量范围

涡街流量计的下限流量取决于介质的工况密度和运动粘度

涡街流量计的上限流量一般不受介质压力和温度的影响。

因此，确定流量范围实际上是确定实际可用的下限流量。

确定实际可用的下限流量

步骤 1 按公式(4)计算由工况刻度决定的下限流量 Qρ

介质密度较大时，流量计的可测下限流量较低。

$$Q_\rho = Q_0 \times \sqrt{(\rho_0 / \rho)} \qquad \text{公式(4)}$$

式中：Q_ρ ：在该介质工况密度下的可测下限流量

Q_0：表(一)指定的空气参比密度下的下限流量(由表(一)查出)

ρ_0：表(一)指定的空气参比密度，ρ_0=1.205kg/m^3

ρ ：被测介质工况密度

步骤 2 按公式(5)计算由介质工况运动粘度决定的下限流量 Q_V

介质运动粘度较小时，流量计的线性下限流量较低。

$$Q_V = Q_0 \times v / v_0 \qquad \text{公式 (5)}$$

式中：Q_V：用于该介质时，流量计的线性下限流量。

Q_0：(表一)指定的参比介质粘度下的下限流量(由表一查出)

v_0：(表一)指定的空气参比粘度，15mm^2/s

v：被测介质工况粘度

步骤 3 比较 Q_V 和 Q_ρ ，确定可用下限流量和线性下限流量

$Q_v \geq Q_\rho$ 可测流量范围是 Q_ρ - Q_{max}

线性流量范围是 Qv- Qmax

Q_v<Qρ　可测流量范围和线性流量范围都是 Qρ - Q_{max}

Q_{max}：是表(一)指定的上限流量。

重要提示

对常温常压下密度很低，粘度又很高的气体(如氢气)，流量计的可用下限流量将会很高。如果要求使用流量较低，涡街流量计很可能不适用。这类气体只有压力较高，流量较大的情况下涡街流量计才适用，而且，一定要按上述步骤严格核算可用的流量范围。

选型计算示例

例一　已知气体的密度和粘度时

测量某气体，密度ρ =1.668kg/m^3，粘度 v=13($10^{-6}m^2/s$)

试计算采用 DN100 流量计可测量的最小工况流量。

步骤 1　计算由密度决定的工况下限流量

由(表一)查出，DN100 气体下限流量为 100m^3/h,代入公式(4)

$$Q_\rho = Q_0 \times \sqrt{(\rho_0/\rho)}$$

$$= 100 \times \sqrt{(1.205/1.668)}$$

$$= 100 \times 0.85$$

$$= 85.5$$

DN100 流量计测量该气体的最小可测流量是 85.5 m^3/h

步骤 2　计算由运动粘度决定的线性下限流量

$$Q_v = Q_0 \times v/v_0$$

$$= 100 \times 13/15$$

$$= 86.6$$

DN100 流量计测量该气体线性下限流量是 86.6m^3/h

步骤 3　比较 Q_v 和 Qρ

由于 Q_v>Qρ ，可用下限流量是 Qρ =85.5 m^3/h，

线性下限流量是 Q_v=86.6 m^3/h

结论：DN100 流量计用于该气体，下限流量是 86.6m^3/h，

流量范围是 86.6 — 1000m^3/h

例二　已知气体压力和温度及标况下的流量时

某压缩空气，工况压力 P=0.7MPa 表压，温度 t=30℃。

标况流量 Q_N=10-60m^3/min 试确定流量计口径。

重要提示

此时必须先将标况流量换算成工况流量，再查表计算

步骤 1　计算工况流量

1-1 首先将给定的每分钟流量换算成小时流量

Q_N=10-60m^3/min=600-3600m^3/h

1-2 按理想气体状态方程将标况流量换算成工况流量：

$Q=Q_N\times(P_N/P)\times(T/T_N)$　　公式(6)

P_N：标况大气压(0.101325MPa)

P ：工况下介质压力=(表压+大气压)

T_N：标况温度(273.15K)

t ：工况下介质温度(℃)

换算最小流量　　$Q=Q_N\times0.10325/P\times(273.15+t)/273.15$

$=600\times0.101325/(0.7+0.1)\times(273.15+30)/273.15$

$=600\times0.1267\times1.1098$

$=84(m^3/h)$

则工况下使用最小流量是：84(m^3/h)

换算最大流量，工况下使用最大流量是：Q=84×(60/10)=504(m^3/h)

步骤 2　根据使用工况流量范围 80-504m^3/h，查表(一)，DN80 流量计的工况流量范围是 70-700m^3/h，接近使用流量范围，初选 DN80 流量计，但还应进一步具体核算 DN80 流量计在该介质使用工况条件下的下限流量。

核算 DN80 流量计在该工况条件下的下限流量：

$$Q_\rho=Q_0\times\sqrt{(\rho_0/\rho)}$$

$$=Q_0\times\sqrt{[0.101325\times(273.15+t)/(P+0.101325)/273.15]}$$

$$=70\times\sqrt{(0.101325\times303.15/0.801325+0.101325/273.15)}$$

$$=70\times0.3746$$

$$=26.22(m^3/h)$$

即，流量计在该工况条件的下限流量是 26.22 m^3/h，远小于要求的工况下限流量 84 m^3/h，确定选用 DN80 流量计，流量范围是：26.22 – 700 m^3/h。

注：0.7MPa 压缩空气的运动粘度约为常温常压空气的 1/8。则，根据公式(5)

可估算出线性下限流量约为：70/8=8.6 m^3/h，远小于 Q_ρ (26.22 m^3/h)

例三　已知工况参数及工况流量时

由于涡街流量计选型都是以工况流量为依据的，已知工况流量时，选型计算只须对仪表在该使用工况条件下的流量下限进行核算。

某压缩空气管道，绝对压力 0.8MPa，温度常温，压力状态下流量 30 — 700 m^3/h，试确定流量计口径。

对照表(一)，满足下限流量条件的流量计为 DN50 和 DN80，考虑到上限流量 700 m^3/初选 DN80，其参比条件下仪表下限流量 70 m^3/h。

计算工况下的仪表下限流量：

$Q_\rho = Q_0 \times \sqrt{(\rho_0/\rho)}$

$\approx Q_0 \times \sqrt{(P_0/P)}$

$=70 \times \sqrt{(0.1/0.8)}$

$=24.7 m^3/h$

$Q_v = Q_0 \times v/v_0$

$\approx Q_0 \times P_0/P$　　注:气体的运动粘度近似地与压力成反比

$=70 \times (0.10/0.8)$

$=8.75 m^3/h$

气体上限流量的确定

气体流量上限的选择以表(一)中的上限流量为准，在一般情况下，气体流速不应高于 60m/s

2 测量液体流量计口径确定

表(二)　涡街流量计液体流量范围

口 径 mm	标准测量范围 m^3/h	可选测量范围 m^3/h	输出频率范围 Hz
10			
15	1-6	0.8-8	90-900
20	1.2-8	1-15	40-600
25	2-16	1.6-18	35-400
32	2.2-20	1.8-30	20-250
40	2.5-25	2-48	10-240
50	3.5-35	3-70	8-190
65	6-60	5-85	7-150
80	13-130	10-170	6-110
100	20-200	15-270	5-90
125	30-300	25-450	4.5-76
150	50-500	40-630	3.8-60
200	100-1000	80-1200	3.2-48
250	150-1500	120-1800	2.5-37.5
300	200-2000	180-2500	2.2-30.6
350	300-3000	220-3500	1.7-27
400	350-3500	300-4500	1.4-21
450	420-4200	400-6000	1.2-15
500	500-5000	400-7100	1.0-17.8
600	700-7000	500-10000	0.7-14

说明

1) **表中液体是指常温水 t=20℃， ρ_0=1000 kg/m^3，v_0=1($10^{-6}$$m^2$/S)。**
2) **若测量的液体不是水，且液体密度已知，可按公式(4)计算流量范围。**
3) **计算不同密度下液体的可测最小流量时， ρ_0 应取 1000 kg/m^3。**
4) **液体的最大流速一般应<7m/s。**

实际使用工况条件下的流量范围

当使用的液体不是常温水时，需计算实际可测量的工况流量范围。

涡街流量计的上限流量一般不受介质种类影响

涡街流量计的下限流量取决于介质的工况密度和运动粘度。

确定流量范围实际上是确定实际可用的下限流量。

确定实际可用的下限流量

步骤 1

按公式(4)计算由使用介质密度决定的下限流量 Q_ρ

介质密度较大时，流量计的可测下限流量较低。

$$Q_\rho = Q_0 \times \sqrt{(\rho_0 / \rho)}$$

式中: Q_ρ ：在该介质工况密度下的可测下限流量

Q_0：表(二)指定的常温水的下限流量 (由表(二)查出)

ρ_0：表(二)指定的常温水的参比密度，

ρ ：被测介质工况密度

步骤 2 按公式(5)计算由介质工况运动密度决定的下限流量 Q_v

介质运动密度较小时，流量计的线性下限流量较低。

$$Q_V = Q_0 \times v / v_0$$

式中，Q：用于该介质时，流量计的线性下限流量

Q_0：(表二)指定的参比介质粘度下的下限流量（由表二查出）

v_0：(表二）指定的常温水的运动密度，$\rho_0 = 1000 kg/m^3$

v：被测介质工况密度

步骤 3 比较 Q_V 和 Q_ρ，确定可用下限流量和线性下限流量

$Q_V \geq Q_\rho$ 可测流量范围 Q_ρ - Q_{max}

线性流量范围是 Q_ρ - Q_{max}

$Q_V < Q_\rho$ 可测流量范围和线性流量范围都是 Q_ρ - Q_{max}

Q_{max} 是表（二）指定的上限流量。

提示

1 对大多数工业液体，如炼油产品和化工液体，影响其下限流量的主要是密度，可只按步骤（一）核算由密度决定的下限流量。

一些密度与水相差不多的介质，甚至可不经计算而直接采用（表二）指定的下限流量。

2 对高粘度液体，如重油等，主要是按步骤（二）核算由粘度决定的下限流量。重油和其他高粘度液体，应加热到适当温度，粘度下降到一定值，才可采用涡街流量计。

选型计算示例

例：已知液体密度和粘度

0 号柴油的密度 0.75 动力粘度 5 厘泊,试确定 DN80 流量计用于 0 号柴油的流量范围。

步骤 1 由表（二）查出 DN80 流量计常温水流量范围是 13 — 130m^3/h

步骤 2 按公式（4）计算由使用介质密度决定的下限流量 Q_ρ

$$Q_\rho = Q_0 \times \sqrt{(\rho_0/\rho)}$$

$$=13\times\sqrt{(1000/750)}$$

$$=15(m^3/h)$$

步骤 3 按公式（5）计算由介质工况运动粘度决定的下限流量 Q_V

首先由动力粘度计算出运动粘度：

$$v=m/\rho = 5/0.75 = 6.7(10^{-6}m^2/s)$$

$$Q_v = Q_0 \times v/v_0 = 13\times 6.7/1 = 86.7\ (m^3/h)$$

步骤 4　　$Q_v > Q_\rho$，可用流量范围是：15 — 130（m^3/h）

线性流量范围是:86.7 — 130（m^3/h）

提示

高粘度的油品,流量计的线性下限流量比水要高出许多。

3 测量蒸汽流量计口径确定

测量的介质为蒸汽时，常用的计量单位是质量流量，即：吨/小时或公斤/小时。由于蒸汽（过热蒸汽和饱和蒸汽）在不同温度和压力下的密度是不一样的，因此蒸汽流量范围随压力和温度而不同，可由公式（7）进行计算得出。

计算方法如下：

步骤 1　由表（一）查出相应口径流量计的空气流量范围

步骤 2　根据蒸汽的压力温度参数，查有关资料得到蒸汽的密度

步骤 3　由公式（7）计算流量计的下限流量

$$Q=1.5Q_0\times=\sqrt{(\rho_0/\rho)}\times\rho\times10^{-3}(t/h)$$　　公式（7）

ρ，Q：被测蒸汽的密度和流量

ρ_0，Q_0：参比空气密度（$1.205kg/m^3$）和流量

步骤 4　确定上限流量　蒸汽的上限流速应控制在 70 米/秒以下

选型计算示例

饱和蒸汽

例　已知饱和蒸汽的压力时

试计算 DN100 流量计用于压力 0.8MPa 饱和蒸汽的流量范围。

步骤 1 由表（一）查出 DN100 空气流量范围，100 — $1000m^3/h$

步骤 2 由饱和蒸汽密度表（附表一）查出 0.8MPa 时的密度，$\rho=4.162kg/m^3$

步骤 3 按公式（7）计算下限流量

$$Q=1.5\times100\times\sqrt{(1.205/4.162)}\times4.162\times10^{-3}$$

$$=0.336\ (t/h)$$

步骤 4 核算上限流量，上限流量应不超过 70 米/秒

快捷确定饱和蒸汽流量范围

表（三）中列出了不同口径流量计的饱和蒸汽可用流量范围，用户可根据蒸汽参数，不经计算直接查出。

过热蒸汽

例 已知过热蒸汽的压力和温度时

试计算 DN80 流量计用于压力 1.0MPa，温度 300℃的过热蒸汽的流量范围。

步骤 1　由表（一）查出 DN80 流量范围，70 — 700m^3/h

步骤 2　由过热蒸汽密度表（查热工手册）查出 1.0MPa/300℃的过热蒸汽的密度，

$$\rho = 3.871 kg/m^3$$

步骤 3　按公式（7）计算下限流量

$$Q=1.5\times70\times\sqrt{(1.205/3.871)\times3.871\times10^{-3}}$$

$$=0.227 \quad (t/h)$$

步骤 4　核算上限流量，上限流量应不超过 70 米/秒

表（四）为过热蒸汽速算表，用户可将蒸汽密度代入表（四）即可算出流量范围。

重要提示

测量蒸汽时，要测量蒸汽的质量流量，涡街流量计必须与测温和（或）测元件共同组成质量流量测量系统。
测量饱和蒸汽，应加装铂电阻或压力变送器（其中之一）；
测量过热蒸汽，应同时加装铂电阻和压力变送器（两者都要）。

（表三） 饱和蒸汽质量流量范围速查表

单位：(kg/h）

绝压（MPa）	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0
温度（℃）	133.54	143.62	151.84	158.94	164.96	170.71	175.36	179.88	187.96	198.4	212.37
密度（kg/m3）	1.651	2.163	2.669	3.170	3.667	4.162	4.665	5.147	6.127	7.602	10.05
DN15 标准下限	11	12	13	15	16	17	18	19	20	23	26
标准上限	63	73	81	88	85	101	107	112	123	136	160
可扩展最大上限	63	83	102	121	140	159	178	197	234	290	383
DN20 标准下限	13	15	16	18	19	20	21	22	24	27	31
标准上限	102	116	129	141	151	161	170	179	196	218	250
可扩展最大上限	112	147	181	215	249	282	316	349	415	515	681
DN25 标准下限	17	19	21	23	25	27	28	30	32	36	42
标准上限	133	153	170	185	199	212	224	236	257	287	330
可扩展最大上限	175	229	283	336	389	441	493	546	649	806	1065
DN32 标准下限	30	34	38	41	44	47	50	52	57	63	73
标准上限	236	271	301	328	352	375	397	417	455	507	583
可扩展最大上限	287	376	464	552	638	724	810	896	1067	1323	1749
DN40 标准下限	34	39	43	47	51	54	57	60	66	73	84
标准上限	340	390	430	470	510	540	570	600	660	730	840
可扩展最大上限	447	586	723	859	994	1128	1262	1395	1660	2060	2724
DN50 标准下限	63	73	81	88	95	101	107	112	122	136	157
标准上限	630	730	810	880	950	1010	1070	1120	1220	1360	1570
可扩展最大上限	700	917	1132	1344	1555	1765	1974	2182	2598	3223	4261
DN65 标准下限	106	121	134	146	158	168	178	187	204	227	261
标准上限	1060	1210	1340	1460	1580	1680	1780	1870	2040	2270	2610
可扩展最大上限	1182	1549	1911	2270	2626	2980	3333	3685	4687	5443	7196
DN80 标准下限	148	170	188	205	221	235	249	262	285	318	366
标准上限	1480	1700	1880	2050	2210	2350	2490	2620	2850	3180	3660
可扩展最大上限	1791	2347	2896	3439	3979	4516	5051	5584	6647	8248	10904
DN100 标准下限	222	242	269	293	315	336	355	374	408	454	522
标准上限	2220	2420	2690	2930	3450	3360	3550	3740	4080	4540	5220
可扩展最大上限	2800	3668	4527	5376	6219	7059	7895	9729	10392	12893	17045
DN125 标准下限	318	363	404	440	473	504	533	561	612	681	783
标准上限	3180	3630	4040	4400	4730	5040	5330	5610	6120	6810	7830
可扩展最大上限	7373	5730	7070	8397	9714	11025	12331	13634	16230	20137	26622

（表三） 饱和蒸汽质量流量范围速查表

单位：(kg/h)

绝压（MPa）	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.5	2.0
温度（℃）	133.54	143.62	151.84	158.94	164.96	170.71	175.36	179.88	187.96	198.4	212.37
密度（kg/m3）	1.651	2.163	2.669	3.170	3.667	4.162	4.655	5.147	6.127	7.602	10.05
DN150 标准下限	423	484	538	586	631	672	711	747	815	908	1044
标准上限	4230	4840	5380	5860	6310	6720	7110	7470	8150	9080	10440
可扩展最大上限	6299	8252	10182	12094	13990	15878	17759	19636	23375	29002	38341
DN200 标准下限	847	969	1076	1173	1262	1344	1421	1495	1631	1815	2089
标准上限	8470	9690	10760	11730	12620	13440	14210	14950	16310	18160	20890
可扩展最大上限	11197	14669	18101	21499	24870	28227	31570	34907	41553	51557	68159
DN250 标准下限	1270	1453	1614	1769	1892	2016	2132	2242	2446	2725	3133
标准上限	12700	14530	16140	17690	18920	20160	21320	22420	24460	27250	31330
可扩展最大上限	17494	22919	28281	33589	38856	44101	49324	54538	64922	80551	106490
DN300 标准下限	2116	2422	2691	2932	3154	3360	3553	3737	4077	4541	5221
标准上限	2160	24220	26910	29320	31540	33600	35530	37370	40770	45410	52210
可扩展最大上限	25194	33007	40729	48374	55958	63512	71035	78543	93498	116007	153363
DN350 标准下限	3175	3634	4037	4399	4372	5041	5331	5606	6116	6813	7833
标准上限	31750	36340	40370	43990	43720	50410	53310	56060	61160	68130	78330
可扩展最大上限	34293	44928	55438	65844	76167	86449	96689	106908	127264	157901	208749
DN400 标准下限	3810	4361	4844	5279	5678	6049	6397	6727	7339	8175	9400
标准上限	38100	43610	48440	52790	56780	60490	63970	67270	73390	81750	94000
可扩展最大上限	44792	58682	72410	86002	99486	112915	126290	139638	166226	206242	272657
DN450 标准下限	4445	5087	5651	6159	6624	7057	7463	7847	8562	9537	10966
标准上限	44450	50870	56510	61590	66240	70570	74630	78470	85620	95370	109660
可扩展最大上限	56689	74269	91643	108845	125910	142906	159834	176727	210377	261022	345077
DN500 标准下限	5291	6056	6728	7332	7886	8401	8894	9343	10193	11354	13055
标准上限	52910	60560	67280	73320	78860	84010	88940	93430	101930	113540	130550
可扩展最大上限	69986	91690	113139	134376	155444	146427	197325	218181	259724	322249	426020
DN600 标准下限	6771	7751	8610	9383	10092	10751	11370	11956	13045	14530	16707
标准上限	67710	77510	86100	93830	100920	107510	113700	119560	130450	145300	167070
可扩展最大上限	100780	132033	162921	193503	223841	254057	284151	314186	374004	464041	613472

(表四)过热蒸汽质量流量范围速算表

单位(kg/h)

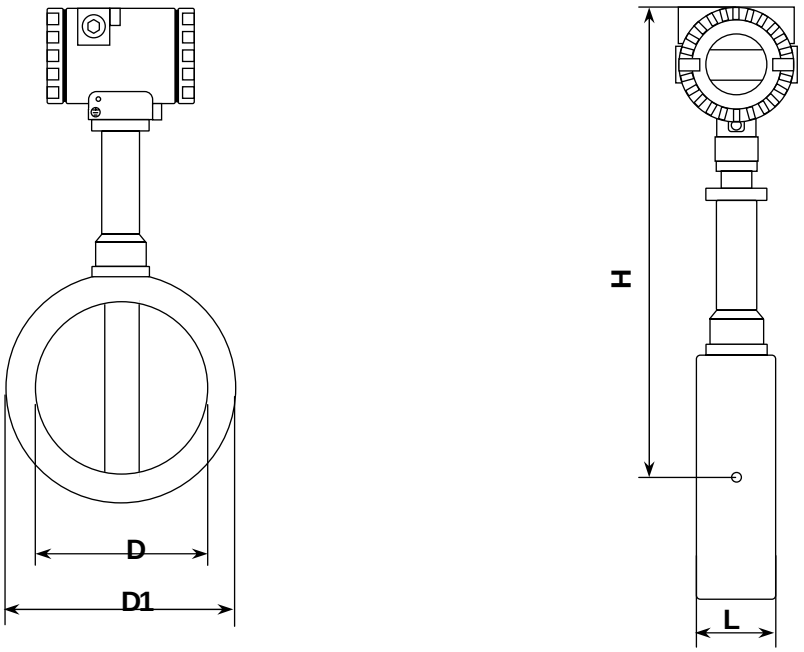
公称直径（mm）	下限流量	上限流量	扩展最大流量
15	8.24×√ρ	49.5×√ρ	38.2×ρ
20	9.88×√ρ	79×√ρ	67.8×ρ
25	13.12×√ρ	104×√ρ	106×ρ
32	23.0×√ρ	184×√ρ	174×ρ
40	26.65×√ρ	265×√ρ	271×ρ
50	49.41×√ρ	494×√ρ	424×ρ
65	82.35×√ρ	823×√ρ	716×ρ
80	115.3×√ρ	1153×√ρ	1085×ρ
100	164.7×√ρ	1647×√ρ	1696×ρ
125	247.1×√ρ	2471×√ρ	2649×ρ
150	329.4×√ρ	3294×√ρ	3815×ρ
200	658.8×√ρ	6588×√ρ	6782×ρ
250	988.2×√ρ	9882×√ρ	10596×ρ
300	1647×√ρ	16470×√ρ	15260×ρ
350	2471×√ρ	24710×√ρ	20771×ρ
400	2965×√ρ	29650×√ρ	27130×ρ
450	3459×√ρ	34590×√ρ	34336×ρ
500	4118×√ρ	41180×√ρ	42390×ρ
600	5270×√ρ	52700×√ρ	61042×ρ

注 ρ 为操作状态下蒸汽密度

仪表结构和外形尺寸

1 法兰卡装型传感器和变送器

法兰卡装型传感器和变送器其外型及尺寸分别见图(四)和表(五)



图（四）法兰卡装型外形图

公称口径	表体内径 D	表体外径 D1	表体长度 L	法兰外径 D2	中心螺距 K	法兰厚度 C	螺孔直径 d	螺栓数量 n	高度 H
15	15	85	65	150	110	22	18	4	250
20	20	85	65	150	110	22	18	4	250
25	25	85	65	150	110	22	18	4	250
32	32	85	65	150	110	22	18	4	238
40	40	85	65	150	110	22	18	4	238
50	50	95	65	160	125	24	20	4	243
65	65	115	65	185	145	26	20	6	253
80	80	130	65	200	160	26	20	6	261
100	100	150	65	235	190	28	22	8	271
125	125	175	65	270	220	28	26	8	284
150	150	200	65	300	250	30	26	8	296
200	200	250	85	360	310	32	26	12	325
250	250	295	150	425	370	35	30	12	348
300	300	345	160	485	430	38	30	16	373

表(五)　法兰卡装型尺寸表　　单位(mm)

注：表中法兰外径，中心孔距，法兰厚度，螺孔直径，螺栓数量为配套法兰尺寸参数。

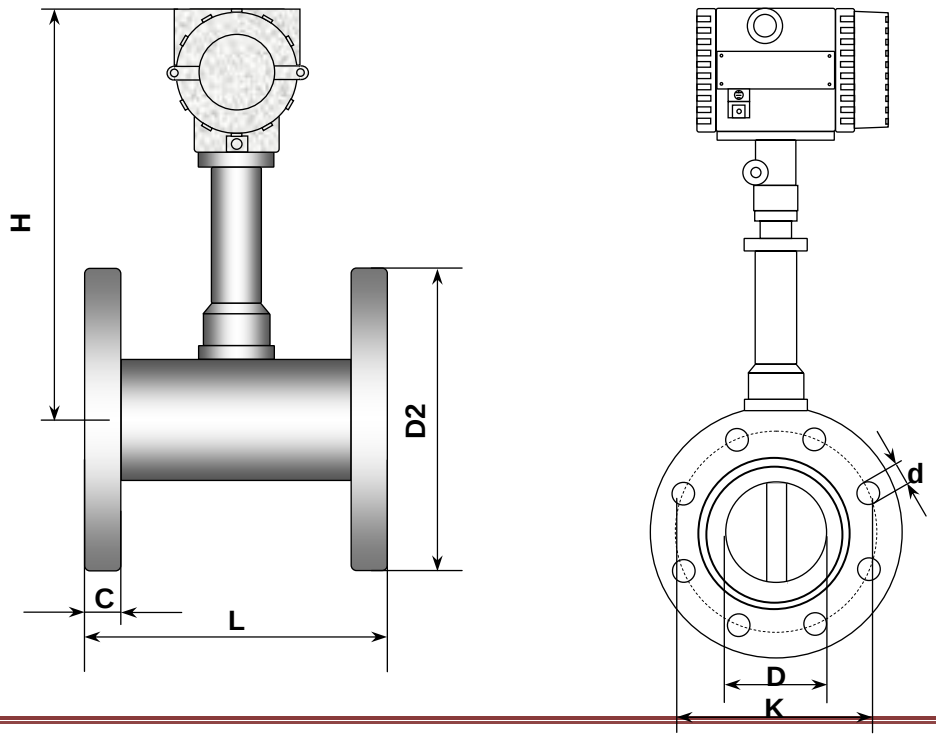
说明：

1）法兰卡装型涡街流量传感器和变送器出厂时可配好螺栓、法兰和专用石棉垫，出厂配置的法兰有凹槽，便于仪表对中。（建议购买我公司专用法兰）

2）具体安装步骤请参阅本产品的操作手册。

2 法兰连接式传感器和变送器

法兰连接式传感器和变送器其外型尺寸见图（五）和表（六）



图（五）法兰连接型外形图

公称口径	表体内径 D	法兰外径 D2	表体长度 L	中心螺距 K	法兰厚度 C	螺孔直径 d	螺栓数量 n	高度 H
15	15	95	200	65	14	14	4	236
20	20	105	200	75	16	14	4	238
25	25	115	200	85	16	14	4	240
32	32	140	200	100	18	18	4	243
40	40	150	200	110	18	18	4	247
50	50	165	200	125	20	18	4	252
65	65	185	200	145	22	18	8	260
80	80	200	200	160	24	18	8	268
100	100	235	250	190	26	22	8	280
125	125	270	250	220	28	26	8	290
150	150	300	300	250	30	26	8	305
200	200	360	350	310	32	26	12	332
250	250	425	500	370	35	30	12	355
300	300	485	500	430	38	30	16	380
350	350	555	600	490	42	33	16	410
400	400	620	600	550	46	36	16	435
450	450	670	600	600	50	36	20	460
500	500	730	600	660	56	36	20	485
600	600	845	600	770	68	39	20	510

表（六）法兰连接型尺寸表

说明：

法兰连接式传感器和变送器，出厂时不配置带管道法兰和螺栓。用户需自行加工，也可从本公司购买。连接法兰的标准为 GB9119-2000：2.5MPa 突面板式平焊钢制管法兰。

流量传感器和流量变送器管道安装设计

安装的基本要求

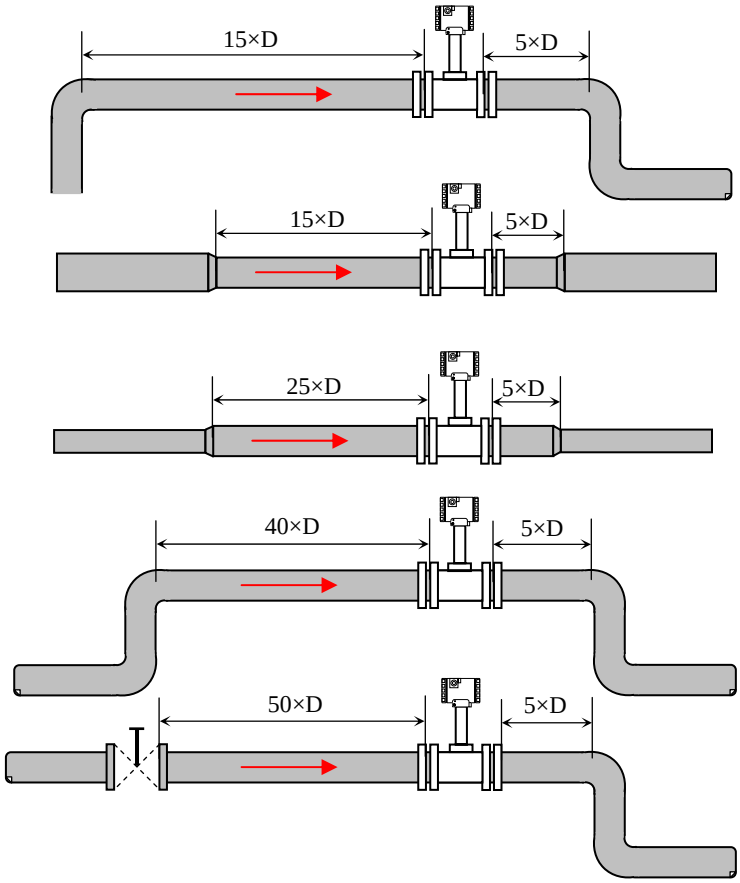
1） 涡街流量计可安装在室内或室外。如果安装在地井里，且有水淹的可能，应选择潜水型传感器或变送器。

2）涡街流量计在管道上可以水平，垂直或倾斜安装，但当测量液体时，管道内必须充满液体。因此在垂直或倾斜管道上安装涡街流量计，液体珠流动方向应自下向上。

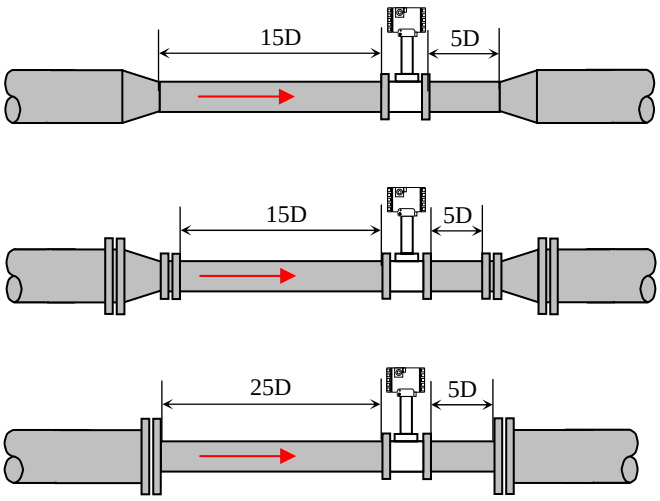
3）涡街头流量计的上游侧和下游侧应留有较长的直管段，要求的上、下游直管段长度随管道状况不同而异。涡街流量计的上游应尽量避免安装调节阀或半开阀门，应将调节阀或半开阀门安装在流量计下游 5D 之后。不同管道条件下，直管段的安装要求见图（六）。

4）安装涡街流量计的管道必须与流量计内径一致，否则管道必须变径。用户可根据管道和施工的具体条件，按本产品操作手册中的有关章节进行设计安装。缩管安装所需直管长度参照图（七）。

5）在设计管道安装时，传感器或变送器放大器的上端应留有 500mm 空间，以方便调试和检修。



图（六）直管段预示意流图



图（七）直管段缩径示意图

注：当流量计需要温压补偿式时，压力变送器安装在流量计上游 1D，测温元件（通常用铂电阻）安装在下游 3 — 5D。

流量传感器和流量变送器的配线设计

1 FA80M 涡街流量传感器配线设计

FA80M 型涡街流量传感器输出等宽脉冲方波信号，脉冲高电平大于 5V。

FA80M 型涡街流量传感器与所配显示仪表或计算机间采用 AVPV3×0.5mm^2 屏蔽电缆连接。

2 FA80T 涡街流量变送器的配线设计

FA80T 型涡街流量变送器输出 4 — 20mA 标准电流信号

FA80T 型涡街流量变送器与计算机或其它控制设备间采用 AVPV2×0.5mm^2 屏蔽电缆连接.。

3 电流脉冲型放大器配线设计

FA80M3 电流脉冲型放大器专用于德国 BAILEY-FISCHER&PORTER 公司生产的 50VM1000 系列信号变换器，该放大器与 50VM1000 系列信号变换器的连接也采用 AVPV3×0.5mm^2 屏蔽电缆。

4 FA80TED 当地显示流量计配线设计

FA80TED 型涡街流量变送器输出 4 — 20mA 标准电流信号，也可输出脉冲信号。

FA80TED 型涡街流量变送器可当地显示瞬时流量，累积流量，频率等参数。

FA80TED 型涡街流量变送器与计算机或其它控制设备间采用 AVPV2×0.5mm^2 屏蔽电缆连接。

5 防爆型传感器和变送器配线设计

FA80M/FA80T 本安防爆型涡街流量传感器和变送器防爆标志为 Exia II CT1-4，它与显示仪或关联设备之间必须加防爆安全栅。

安全栅可由用户自购或由我公司配套。

说明：

（1）防爆型传感器和变送器安装于危险场所，安全栅、显示仪表、供电电源、计算机等关联设备必须安装在安全场所。

（2）防爆型传感器和变送器可选用以下安全栅

FA80M 脉冲 12V 供电：KAS903M（推荐）、LB965、KN9704C、MTL765、Z765

FA80M 脉冲 24V 供电：KAS903H（推荐）、LB987S、KN9711、MTL787S、Z787

FA80T 电流 24V 供电：KAS902i（推荐）、GS8047 — EX、KNGLS3041、MTL5041

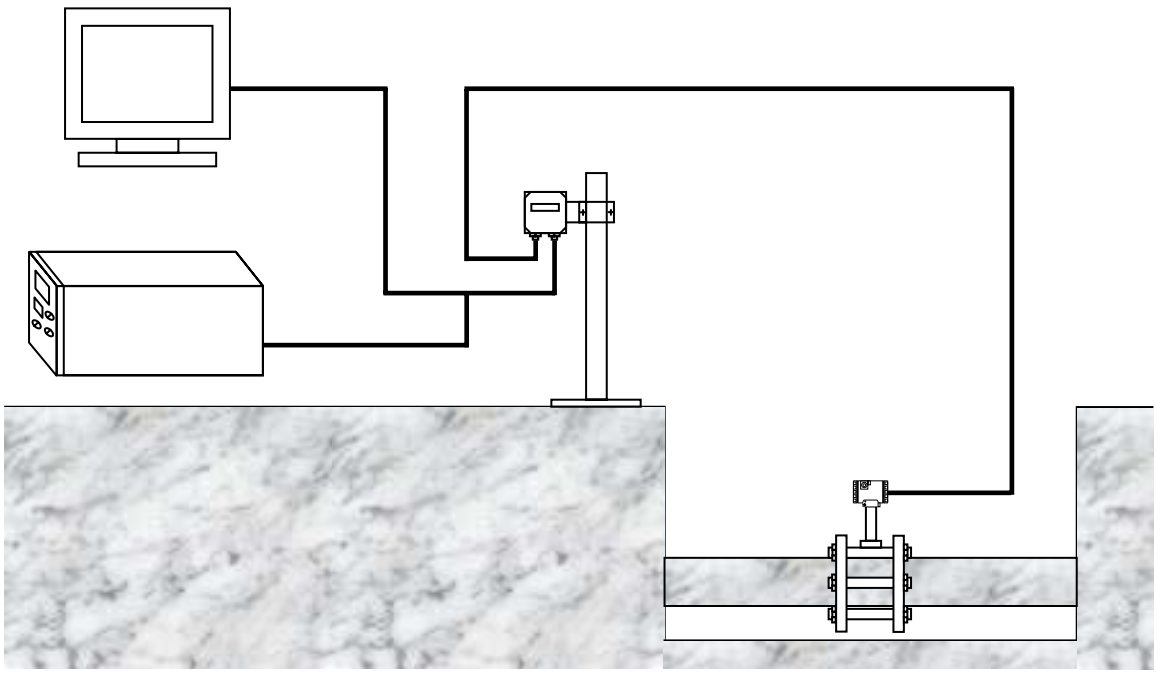
（3）FA80ME 型涡街流量传感器与关联设备之间采用 AVPV3×0.5mm^2 屏蔽电缆,最大长度为 1000 米.

FA80TE 型涡街流量变送器与关联设备间采用 AVPV2×0.5mm^2 屏蔽电缆最大长度为 500 米.

传感器和变送器应有可靠接地,防爆接地线不得与强电系统保护接地共用。

6 分体型涡街流量传感器和变送器安装

分体型涡街流量传感器（变送器）用于工作在潮湿环境或温度较高的地方，放大器部分与表体分离安装，能适用于各种现场。它的安装见图（十三）。



图（十三）分体型安装示意图

7　分体型涡街流量传感器/变送器的配线设计

分体型涡街流量传感器/变送器的表体部分与放大器之间采用 AVPV2×0.5mm^2 屏蔽电缆，表体与广大器最长分体距离为 10 米。（出厂时已和表体部分连接好）

放大器与显示仪或计算机测控设备间的连接分别采用 AVPV3×0.5mm^2 屏蔽电缆和 AVPV2×0.5mm^2 屏蔽电缆。

订货须知

当用户准备选用涡街流量传感器或变送器时，首先应做好下列工作：

1. **认真核对被测介质的工况条件如：压力、温度、密度等。**
2. **认真核对被测介质的流量范围，确认最小流量值并确定仪表口径。**
3. **确定传感器的安装地点。**
4. **认真填写订货咨询单。**
5. **与生产厂销售部联系，确认选型的准确性。**

涡街流量计订货咨询单

定货单位			
使用单位			
管道状况	管道内径：（　　）mm		管道外径：（　　）mm
被测介质	介质名称：		
介质状态	气态 □	液态 □	饱和蒸汽 □　　过热蒸汽 □
流量范围	常用（　）　最低（　）　最高（　）m^3/h □ T/h □ 工况 □ 标况 □		
流体压力	常用（　）　最低（　）　最高（　）MPa　　表压 □ 绝压 □		
流体温度	常用（　　）　最低（　　）　最高（　　）℃		
运行方式	连续运行 □	单班运行 □	断续运行 □　　季节性运行机 □
流量特征	恒定流量 □	变动运行 □	脉动运行 □　　批量流量 □
安装环境	高温环境 □	易爆环境 □	潮湿环境 □　　水浸环境 □
安装位置	室内安装 □	室外安装 □	高架安装 □　　地下安装 □
检测目地	流量计量 □	流量控制 □	成本核算 □　　贸易结算 □
选用传感器型号 FA80M□□□□□□□□□□□□□□□ 选用变送器型号 FA80T□□□□□□□□□□□□□□□ 20mA 对应流量值（　　）m^3/h □ T/h □			
其它要求 1. 需屏蔽电缆长度（另购） 两芯（　　）米　　三芯（　　）米　　六芯（　　）米 2. 潜水型（分体型）放大器到表体距离（　　）米 3. 购买安全栅型号：_____（　）台_____（　）台			
其它说明			
填表日期 200　年　月　日		填表人	联系电话

饱和水蒸汽/铂电阻/温度对照表

温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m³	铂电阻 Ω	温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m³	铂电阻 Ω	温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m³	铂电阻 Ω
0	0.00611	0.00485	100	100	1.1033	0.5977	138.50	138	3.414	1.864	152.83
10	0.01227	0.00940	103.9	101	1.0500	0.6108	138.88	139	3.513	1.915	153.20
20	0.02337	0.01729	107.79	102	1.0878	0.6388	139.26	140	3.614	1.967	153.58
25	0.03116	0.02304	109.73	103	1.1267	0.6601	139.64	141	3.717	2.019	153.95
30	0.04241	0.03037	111.67	104	1.1668	0.6821	140.02	142	3.823	2.073	154.32
35	0.05622	0.03961	113.61	105	1.2080	0.7046	140.39	143	3.931	2.129	154.70
40	0.07375	0.05116	115.54	106	1.2504	0.7277	140.77	144	4.042	2.185	155.07
45	0.09582	0.06546	117.47	107	1.2941	0.7515	141.15	145	4.155	2.242	155.45
50	0.12335	0.08302	119.40	108	1.3390	0.7758	141.53	146	4.271	2.301	155.82
52	0.03613	0.09108	120.16	109	1.3852	0.8008	141.91	147	4.398	2.361	156.19
54	0.15002	0.09979	120.93	110	1.4327	0.8265	142.29	148	4.510	2.422	156.57
56	0.16511	0.1092	121.70	111	1.4815	0.8528	142.66	149	4.634	2.484	156.94
58	0.18147	0.1193	122.47	112	1.5316	0.8798	143.04	150	4.760	2.548	157.31
60	0.1992	0.1302	123.24	113	1.5832	0.9075	143.42	151	4.889	2.613	157.69
62	0.2184	0.1420	124.01	114	1.6362	0.9359	143.80	152	5.021	2.679	158.06
64	0.2391	0.1546	124.77	115	1.6906	0.9650	144.17	153	5.155	2.747	158.43
66	0.2615	0.1681	125.54	116	1.7465	0.9948	144.55	154	5.293	2.816	158.81
68	0.2865	0.1826	126.31	117	1.8039	1.025	144.93	155	5.433	2.886	159.18
70	0.3116	0.1982	127.07	118	1.8628	1.057	145.31	156	5.557	2.958	159.55
72	0.3396	0.2148	127.84	119	1.9233	1.089	145.68	157	5.732	3.032	159.93
74	0.3696	0.2326	128.60	120	1.9854	1.122	146.06	158	5.872	3.106	160.30
76	0.4091	0.2515	129.37	121	2.0492	1.155	146.44	159	6.025	3.182	160.67
78	0.4365	0.2718	130.15	122	2.1145	1.190	146.81	160	6.181	3.260	161.04
80	0.4736	0.2933	130.89	123	2.1816	1.225	147.19	161	6.339	3.339	161.42
82	0.5133	0.3163	131.66	124	2.2504	1.261	147.57	162	6.502	3.420	161.79
84	0.5557	0.3704	132.42	125	2.3210	1.298	147.94	163	6.667	3.502	162.16
86	0.6011	0.3667	133.18	126	2.3933	1.336	148.32	164	6.836	3.586	162.53
88	0.6495	0.3942	133.94	127	2.4675	1.375	148.70	165	7.008	3.671	162.90
90	0.7011	0.4235	134.70	128	2.5435	1.415	149.07	166	7.183	3.758	163.27
91	0.7281	0.4388	135.08	129	2.6215	1.455	149.45	167	7.362	3.847	163.65
92	0.7561	0.4545	135.46	130	2.7013	1.497	149.82	168	7.545	3.937	164.02
93	0.7849	0.4707	135.84	131	2.7813	1.539	150.20	169	7.731	4.029	164.39
94	0.8146	0.4873	136.22	132	2.8670	1.583	150.57	170	7.920	4.123	164.76
95	0.8453	0.5045	136.60	133	2.9528	1.627	150.95	171	8.114	4.218	165.13
96	0.8769	0.5221	136.98	134	3.041	1.672	151.33	172	8.311	4.316	165.50
97	0.9094	0.5402	137.36	135	3.131	1.719	151.70	173	8.511	4.415	165.87
98	0.9430	0.5589	137.74	136	3.223	1.766	152.08	174	8.716	4.515	166.24
99	0.9776	0.5780	138.12	137	3.317	1.815	152.45	175	8.924	4.618	166.61

饱和水蒸汽/铂电阻/温度对照表

温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m³	铂电阻 Ω	温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m³	铂电阻 Ω	温度 ℃	压力 bar	密度 kg/m³	铂电阻 Ω
176	9.317	4.723	166.98	217	21.869	10.98	182.07	266	51.693	26.27	199.85
177	9.353	4.829	167.35	218	22.324	11.19	182.44	268	53.355	27.17	200.57
178	9.574	4.937	167.72	222	24.099	12.07	183.90	270	55.058	28.10	201.29
179	9.798	5.048	168.09	223	24.560	12.30	184.26	272	56.802	29.06	202.01
180	10.027	5.160	168.46	224	25.027	12.53	184.63	274	58.587	30.04	202.72
181	10.259	5.274	168.83	225	25.501	12.76	184.99	276	60.415	31.06	203.44
182	10.496	5.391	169.20	226	25.982	13.00	185.36	278	62.287	32.11	204.16
183	10.738	5.509	169.57	227	26.470	13.24	185.72	280	64.202	33.19	204.88
184	10.983	5.629	169.94	228	26.965	13.49	186.09	282	66.162	34.31	205.59
185	11.233	5.752	170.31	229	27.467	13.74	186.45	284	68.167	35.47	206.31
186	11.488	5.877	170.68	230	27.976	14.00	186.8	286	70.218	36.66	207.02
190	12.551	6.397	172.16	231	28.493	14.25	187.18	288	72.315	37.89	207.74
191	12.829	6.533	172.53	232	29.016	14.52	187.54	290	74.461	39.16	208.45
192	13.111	6.671	172.90	235	30.632	15.33	188.63	292	76.654	40.48	209.17
193	13.398	6.812	173.26	236	31.186	15.61	189.00	294	78.897	41.83	209.88
194	13.690	6.955	173.63	237	31.747	15.89	189.36	296	81.189	43.24	210.59
195	13.987	7.100	174.00	238	32.317	16.18	189.72	298	83.532	44.69	211.31
196	14.298	7.248	174.37	239	32.893	16.47	190.09	300	85.927	46.19	212.02
197	14.596	7.398	174.74	240	33.478	16.76	190.45	302	88.374	47.75	212.73
198	14.909	7.551	175.10	241	34.071	17.06	190.81	304	90.873	49.36	213.44
199	15.226	7.706	175.47	242	34.672	17.37	191.18	306	93.427	51.02	214.15
200	15.549	7.864	175.84	243	35.281	17.68	191.54	308	96.036	52.75	214.86
203	16.549	8.354	176.94	244	35.898	17.99	191.90	310	98.700	54.54	215.57
204	16.893	8.522	177.31	245	36.523	18.31	192.26	312	101.42	56.04	216.28
205	17.243	8.694	177.68	246	37.157	18.64	192.63	314	104.20	58.33	216.99
206	17.598	8.868	178.04	247	37.799	18.97	192.99	316	107.04	60.34	217.70
207	17.959	9.045	178.41	248	38.449	19.30	193.35	318	109.93	62.43	218.41
208	18.326	9.225	178.78	249	39.108	19.64	193.71	320	112.89	64.60	219.12
209	18.699	9.408	179.14	250	39.776	19.99	194.07	322	115.91	66.86	219.82
210	19.077	9.593	179.51	252	41.137	20.69	194.80	324	117.44	69.23	220.53
211	19.462	9.782	179.88	254	42.453	21.42	195.52	326	122.14	71.70	221.24
212	19.852	9.974	180.24	256	43.967	22.17	196.24	328	125.35	74.28	221.94
213	20.249	10.17	180.61	258	45.437	22.94	196.96	330	128.63	76.99	222.65
214	20.651	10.37	180.97	260	46.943	23.73	197.69	340	140.05	92.76	226.17
215	21.060	10.57	181.34	262	48.488	24.55	198.41	350	165.35	113.6	229.67
216	21.475	10.77	181.71	264	50.017	25.40	199.13				